

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001313971 A**(43) Date of publication of application: **09.11.01**

(51) Int. Cl.

H04Q 7/34
H04B 7/26
H04B 17/00
H04M 3/22

(21) Application number: **2000130613**(22) Date of filing: **28.04.00**(71) Applicant: **NEC CORP**(72) Inventor: **HAMABE KOJIRO**(54) **AREA DESIGNING DEVICE FOR MOBILE COMMUNICATION SYSTEM**

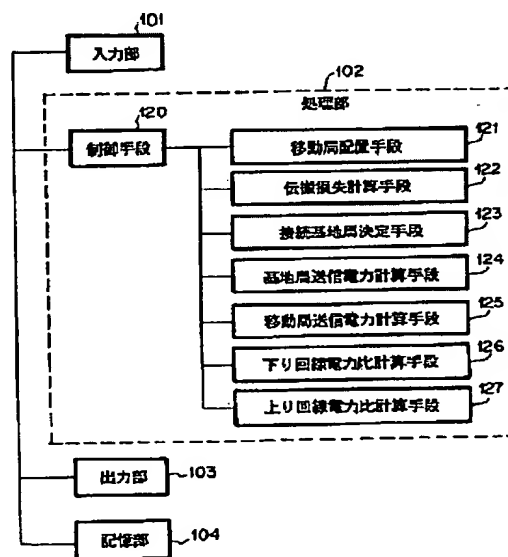
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an area designing device for a mobile communication system with which communication quality can be evaluated at points uniformly placed at an arbitrary interval without depending on the regional distribution of traffic density.

SOLUTION: The area designing device for a mobile communication system is provided with a means to place a plurality of mobile stations during communication according to traffic distribution information, a means to determine a base station to which each mobile station makes radio connection, and a means to calculate the sending power of desired wave signal to each mobile station to which the base station made radio connection. The area designing device for a mobile communication system also has a means to select a plurality of evaluation points set previously one by one in the state where each base station transmits the desired wave signal, and a means to calculate the received power of the desired wave signal received from the base station to which the mobile station for evaluation located at each selected evaluation point makes radio connection, and the received power of the interference wave signal received from the base station and other base stations to which the mobile station for evaluation makes the radio connection. The

communication quality of the evaluation point is evaluated based on the received power of the calculated desired wave signal and the received power of the interference wave signal.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-313971

(P2001-313971A)

(43)公開日 平成13年11月9日(2001.11.9)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
H 0 4 Q 7/34		H 0 4 B 17/00	T 5 K 0 1 9
H 0 4 B 7/26		H 0 4 M 3/22	Z 5 K 0 4 2
17/00		H 0 4 Q 7/04	B 5 K 0 6 7
H 0 4 M 3/22		H 0 4 B 7/26	K

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-130613(P2000-130613)

(22)出願日 平成12年4月28日(2000.4.28)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 横辺 孝二郎

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100065385

弁理士 山下 稔平

Fターム(参考) 5K019 BA45 BA62 BB31

5K042 AA06 DA01 DA17 EA01 FA01

GA12 HA02 JA01

5K067 AA33 BB02 DD43 DD44 DD45

EE02 EE10 EE41 GG08 GG09

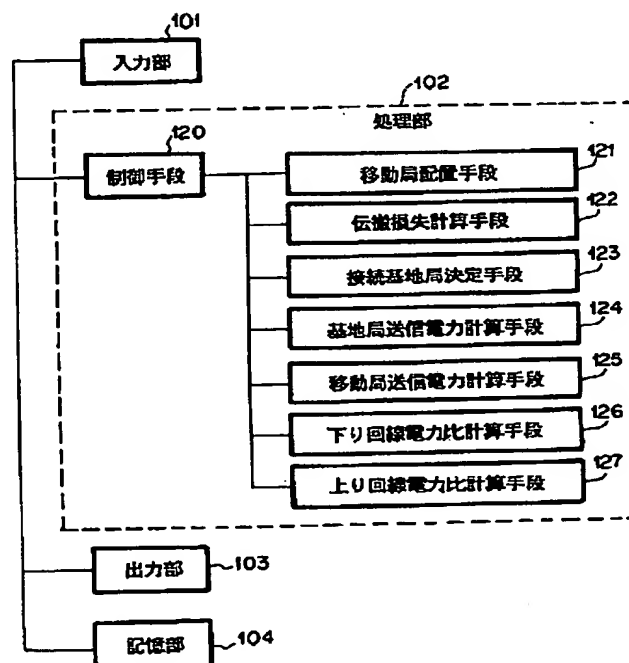
GG11 HH22 LL01 LL11

(54)【発明の名称】 移動通信システムのエリア設計装置

(57)【要約】

【課題】 トラフィック密度の地域分布によらず、任意の間隔で一様に配置した地点において通信品質を評価できる移動通信システムのエリア設計装置を提供することを課題とする。

【解決手段】 トラフィック分布情報に応じて通信中の複数の移動局を配置する手段と、移動局の各々が無線接続する基地局を決定する手段と、基地局が無線接続した移動局の各々に送信する希望波信号の送信電力を計算する手段とを備えた移動通信システムのエリア設計装置において、基地局の各々が希望波信号を送信している状態で、予め定められた複数の評価地点を順々に選択する手段と、選択した評価地点の各々に位置する評価用移動局が無線接続する基地局から受信する希望波信号の受信電力及び評価用移動局が無線接続する基地局及びその他の基地局から受信する干渉波信号の受信電力を算出する手段とを備え、算出した希望波信号の受信電力及び前記干渉波信号の受信電力に基づいて評価地点の通信品質を評価する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 トラヒック分布情報に応じて通信中の複数の移動局を配置する手段と、前記移動局の各々が無線接続する基地局を決定する手段と、前記基地局が無線接続した前記移動局の各々に送信する希望波信号の送信電力を計算する手段とを備えた移動通信システムのエリア設計装置において、

前記基地局の各々が前記希望波信号を送信している状態で、予め定められた複数の評価地点を順々に選択する手段と、

選択した前記評価地点の各々に位置する評価用移動局が無線接続する基地局から受信する希望波信号の受信電力及び前記評価用移動局が無線接続する前記基地局及びその他の基地局から受信する干渉波信号の受信電力を算出する手段とを備え、

算出した前記希望波信号の受信電力及び前記干渉波信号の受信電力に基づいて、前記評価地点の通信品質を評価することを特徴とする移動通信システムのエリア設計装置。

【請求項2】 トラヒック分布情報に応じて通信中の複数の移動局を配置する手段と、前記移動局の各々が無線接続する基地局を決定する手段と、前記移動局の各々が無線接続した基地局に送信する希望波信号の送信電力を計算する手段とを備えた移動通信システムのエリア設計装置において、

前記複数の移動局の各々が前記希望波信号を送信している状態で、予め定められた複数の評価地点を順々に選択する手段と、

選択した前記評価地点の各々に位置する評価用移動局と無線接続する基地局が前記評価用移動局から受信する希望波信号の受信電力及び前記評価用移動局と無線接続する前記基地局が他の移動局から受信する干渉波信号の受信電力を算出する手段とを備え、

算出した前記希望波信号の受信電力及び前記干渉波信号の受信電力に基づいて、前記評価地点の通信品質を評価することを特徴とする移動通信システムのエリア設計装置。

【請求項3】 前記評価地点の各々に位置する評価用移動局と基地局の各々との間の伝搬損失をランダムな変動量を加えて計算し、前記伝搬損失を用いて、前記希望波信号の受信電力及び前記干渉波信号の受信電力を計算して前記評価地点の通信品質を評価し、前記通信品質の評価を繰り返して前記評価結果のうち所定のレベルを満たさないものの割合を求めることを特徴とする請求項1又は2に記載の移動通信システムのエリア設計装置。

【請求項4】 複数の前記評価地点のいくつかを包括する地域内で該評価地点の各々における通信品質を評価し、該地域内の前記各評価地点における評価結果のうち所定のレベルを満たさないものの割合を求めることを特徴とする請求項1又は2に記載の移動通信システムのエ

リア設計装置。

【請求項5】 複数の前記評価地点のいくつかを、正多角形状を形成するように前記評価地点を決定することを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の移動通信システムのエリア設計装置。

【請求項6】 前記各評価地点における通信品質を可視情報で表示する手段を備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の移動通信システムのエリア設計装置。

【請求項7】 前記評価結果のうち所定のレベルを満たさないものの割合を可視情報で表示する手段を備えることを特徴とする請求項3又は4に記載の移動通信システムのエリア設計装置。

【請求項8】 前記トラヒック分布情報を入力する手段と、入力した前記トラヒック分布情報を記憶する手段と、前記可視情報を出力する手段とを備えることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の移動通信システムのエリア設計装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基地局と複数の移動局の各々との間で相互に送信する信号の送信電力を計算する手段を備えた移動通信システムのエリア設計装置に関する。

【0002】

【従来の技術】移動通信システムは、サービスエリアに複数の基地局を設置して通信サービスを提供するものである。この通信サービスの質を向上させるため、移動通信システムのエリア設計装置によって、複数の移動局の各々といずれかの基地局との間の通信品質を評価し、その評価に基づいて、通信サービス提供者によってたとえば基地局の増設や、無線パラメータの設計変更が行われていた。

【0003】エリア設計装置は、たとえば特定の基地局の無線ゾーン内に、トラヒック分布情報に応じて通信中の複数の移動局をランダムに配置して、それらの移動局の各々と無線接続される基地局を決定する。そして、無線接続する基地局と移動局の間で相互に送信する信号の送信電力を算出し、その算出結果に基づいて複数の移動局の各々と基地局との間の通信品質を評価していた。

【0004】配置する移動局の数量を複数とするのは、たとえば特定の移動局が送信する信号が、他の移動局が送信している信号と干渉する場合を考慮して評価を行うためである。また、トラヒック分布情報に応じて移動局を配置するのは、移動局の位置によって、基地局との間で相互に送信する信号の送信電力が異なるため、トラヒック分布が通信サービスの品質に影響を与えることを考慮した評価を行うためである。

【0005】図6は、従来の移動通信システムのエリア設計装置によって複数の移動局の各々と基地局との間の通信品質を評価する原理の説明図である。図6には、サ

ービスエリア内に設置されている基地局1, 2を示している。基地局1, 2はそれぞれ無線ゾーン1a, 1bを有しており、無線ゾーン1a内に移動局21~23を配置している。なお、実際には、図6には、基地局1, 2及び移動局21~23のほかに、複数の基地局及び移動局が存在する。

【0006】ここで、移動通信システムは、上り回線と下り回線との各々に1つの周波数帯域を用いる符号分割多元接続(CDMA)方式を用いているものとする。

【0007】まず、従来の移動通信システムのエリア設計装置は、たとえば移動局21~23の各々が通信中にあって、これらが基地局1との間で無線接続されていると仮定した場合に、基地局1から移動局21~23の各々へ送信される信号の送信電力と、移動局21~23の各々から基地局1へ送信される信号の送信電力とを算出する。

【0008】そして、算出結果に基づいて、たとえば移動局21~23の各々と基地局1との間の相互で送信される各希望波信号の各希望波電力及び各干渉波信号の各干渉波電力を算出して、[各希望波電力/各干渉波電力]を算出する。[各希望波電力/各干渉波電力]が大きいほど通信品質がよく、たとえば通信事業者は、この通信品質に基づいて、[各希望波電力/各干渉波電力]が所定のしきい値を満たしていない移動局の割合が大きい場合には、新たに基地局を設けたり、無線パラメータの設計変更を行って通信品質を改善していた。

【0009】ここで、希望波電力や干渉波電力を求めるには、まず全ての無線回線において送信する信号の送信電力を一定の初期値に設定する。そして、その状態において、各々の無線回線を任意に順番に選んで、送信電力が所定の最大送信電力と最小送信電力の範囲内を超えないようにしながら、その無線回線の通信品質が所定の目標値となるように送信電力を変更する。こうして、全ての無線回線を一通り選択して各無線回線の送信電力を変更し終えたとき、ある無線回線の送信電力の変更は、それ以外の無線回線の干渉波電力を変化させるため、最後に選択した無線回線以外の無線回線の通信品質は、その送信電力が最大送信電力と最小送信電力の範囲内であっても、所定の目標値とは異なる値となっている可能性がある。

【0010】特に先に選択した無線回線ほど、その送信電力が最大送信電力と最小送信電力の範囲内であっても、通信品質と所定の目標値との差が大きくなりやすく、そのため、この差を少なくするために、さらに何回か無線回線を選択、送信電力の増減を繰り返して、送信電力を収束させて通信品質を評価していた。このような手順により通信品質を評価するのは、符号分割多元接続方式を用いる移動通信システムでは必須である。

【0011】また、所定の広さの地域内に配置された各移動局の通信品質を評価することにより、その地域内の

各移動局の評価結果のうち、所定のレベルを満たさないものの割合である劣化率が求められていた。そして、複数の移動局の位置での通信品質や複数の地域毎での劣化率に基づいて地図上に色分けなどすることによりたとえば可視情報として表示していた。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかし、通信品質は、トラヒック分布情報に応じてランダムに移動局を配置した地点でしか評価できず、トラヒック密度が低い場所では、トラヒック密度が高い場所に比べて、通信品質を評価できる地点の数が少なく、また、その地点もランダムに配置されていた。そのため、従来の移動通信システムのエリア設計装置は、トラヒック密度によらず任意の間隔で一様に配置された地点において通信品質を評価できるように改善することが望まれていた。また、所定の広さの地域毎に、配置された各移動局の通信品質を評価することにより、通信品質が所定のレベルを満たさないものの割合である劣化率を求めるには、地域毎に同程度の数量の通信品質の評価結果が必要であるが、移動局は、トラヒック分布情報に応じてランダムに配置していたので、地域毎に得られる通信品質の評価結果の数量にはばらつきがあり、そのため、地域毎に計算される劣化率の統計的な信頼性は、トラヒック密度により異なっていた。

【0013】そこで、本発明は、トラヒック密度によらず、任意の間隔で一様に配置された地点において通信品質を評価できる移動通信システムのエリア設計装置を提供することを課題とする。また、本発明は、トラヒック密度によらず、任意の広さの地域毎に一定の統計的な信頼度で劣化率を求めることができる移動通信システムのエリア設計装置を提供することも課題とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、トラヒック分布情報に応じて通信中の複数の移動局を配置する手段と、前記移動局の各々が無線接続する基地局を決定する手段と、前記基地局が無線接続した前記移動局の各々に送信する希望波信号の送信電力を計算する手段とを備えた移動通信システムのエリア設計装置において、前記基地局の各々が前記希望波信号を送信している状態で、予め定められた複数の評価地点を順々に選択する手段と、選択した前記評価地点の各々に位置する評価用移動局が無線接続する基地局から受信する希望波信号の受信電力及び前記評価用移動局が無線接続する前記基地局及びその他の基地局から受信する干渉波信号の受信電力を算出する手段とを備え、算出した前記希望波信号の受信電力及び前記干渉波信号の受信電力に基づいて、前記評価地点の通信品質を評価することとを特徴とする。

【0015】また、本発明は、トラヒック分布情報に応じて通信中の複数の移動局を配置する手段と、前記移動

局の各々が無線接続する基地局を決定する手段と、前記移動局の各々が無線接続した基地局に送信する希望波信号の送信電力を計算する手段とを備えた移動通信システムのエリア設計装置において、前記複数の移動局の各々が前記希望波信号を送信している状態で、予め定められた複数の評価地点を順々に選択する手段と、選択した前記評価地点の各々に位置する評価用移動局と無線接続する基地局が前記評価用移動局から受信する希望波信号の受信電力及び前記評価用移動局と無線接続する前記基地局が他の移動局から受信する干渉波信号の受信電力を算出する手段とを備え、算出した前記希望波信号の受信電力及び前記干渉波信号の受信電力に基づいて、前記評価地点の通信品質を評価することを特徴とする。

【0016】また、本発明は、前記評価地点の各々に位置する評価用移動局と基地局の各々との間の伝搬損失をランダムな変動量を加えて計算し、前記伝搬損失を用いて、前記希望波信号の受信電力及び前記干渉波信号の受信電力を計算して前記評価地点の通信品質を評価し、前記通信品質の評価を繰り返して前記評価結果のうち所定のレベルを満たさないものの割合を求めることを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。

【0018】（第1の実施形態）図1は、本発明の第1の実施形態の移動通信システムのエリア設計装置の構成図である。図1に示すエリア設計装置は、トラヒック発生範囲情報、地図情報、トラヒック分布情報、評価地点情報、基地局位置情報、無線パラメータ情報などの情報を入力する入力部101と、入力された各情報を記憶する記憶部104と、記憶されている各情報に基づいて評価地点の受信品質を求める処理部102と、求めた受信品質を出力する出力部103とを備えている。

【0019】処理部102は、入力されたトラヒック分布情報に応じて通信中の複数の移動局をたとえば実際の地図上にランダムに配置する移動局配置手段121と、配置された複数の移動局のうち特定の移動局を選択すると共に選択した移動局と基地局との間の伝搬損失を入力された地図情報に基づいて算出する伝搬損失計算手段122と、算出された伝搬損失に基づいて複数の移動局の各々と無線接続する基地局を決定する接続基地局決定手段123とを有している。

【0020】また、処理部102は、複数の移動局の各々の位置及び伝搬損失に基づいて、基地局が無線接続する複数の移動局の各々へ送信する信号の送信電力を算出する基地局送信電力計算手段124及び複数の移動局の各々が無線接続する基地局へ送信する信号の送信電力を算出する移動局送信電力計算手段125とを有している。

【0021】さらに、処理部102は、評価地点のい

れかに通信中の移動局を配置した場合にその移動局が受信する下り回線の信号の希望波電力／干渉波電力を算出することにより評価地点の下り回線の希望波電力／干渉波電力を求める下り回線電力比計算手段126及び評価地点のいずれかに通信中の移動局を配置した場合にその移動局と無線接続する基地局が受信する上り回線の信号の希望波電力／干渉波電力を算出することにより評価地点の上り回線の希望波電力／干渉波電力を求める上り回線電力比計算手段127と、処理部102の動作を制御する制御手段120とを有している。

【0022】ここで、トラヒック発生範囲情報とは、実際の地図上でのトラヒックが発生する範囲に関する情報をいう。地図情報とは、土地の標高データをいう。トラヒック分布情報とは、所定のエリア毎に発生する単位面積当たりのトラヒック量に関する情報をいう。評価地点情報とは、通信品質を求めるために任意に定めた複数の評価地点に関する情報をいう。

【0023】また、基地局位置情報とは、実際の地図中に図示された複数の基地局の各々の位置を示す情報をいう。無線パラメータ情報とは、複数の基地局の各々に設置されるアンテナのアンテナ利得、下り回線の送信電力の最大値、上り回線の送信電力の最大値などの情報をいう。

【0024】なお、この実施形態では、地図中のサービスエリア上で南北方向と東西方向との各々に、たとえば100m間隔で複数の直線を引いたときにできる各交点を評価地点としているが、たとえば各評価地点のいくつかはハニカム状やデルタ状などの正多角形状となるように一様に評価地点を配置してもよく、入力部101を通じて入力する評価地点情報は、通信サービス提供者などのエリア設計装置の使用者が任意に変更することができるものである。

【0025】以下、この実施形態では、上り回線と下り回線との各々に1つの周波数帯域を用いる符号分割多元接続(CDMA)方式の移動通信システムを対象としたときの通信品質を評価する手法について説明する。

【0026】図2は、図1に示すエリア設計装置によって複数の移動局の各々と基地局との間の通信品質を評価する原理の説明図である。図2には、サービスエリア内に設置されている基地局1、2と、基地局1の無線ゾーン1a内に置かれている移動局21、22とを示している。なお、図2において、1bは基地局2の無線ゾーン、東西、南北に引いた破線の交点は、評価地点を示している。なお、実際には、図2には、基地局1、2及び移動局21、22のほかに、複数の基地局及び移動局が存在する。

【0027】ここで、たとえば基地局1から移動局21へ送信する信号の送信電力を P_{ba} 、移動局21から基地局1へ送信する信号の送信電力を P_{ma} 、基地局1から移動局22へ送信する信号の送信電力を P_{bb} 、移動

局22から基地局1へ送信する信号の送信電力を P_{mb} とする。

【0028】また、移動局21, 22が基地局1から受信する各信号の受信電力は、 P_{ba} , P_{bb} よりも小さく、その伝搬損失は、基地局1との距離や、移動局21, 22の位置などによって異なる。基地局1と移動局21, 22の各々との間の伝搬損失を L_{a1} , L_{b1} 、基地局2と移動局21, 22の各々との間の伝搬損失を L_{a2} , L_{b2} とする。

【0029】本実施形態の移動通信システムのエリア設計装置は、たとえば移動局21, 22の各々が通信中であって、これらが基地局1との間で無線接続されていると仮定した場合に、基地局1から移動局21, 22の各々へ送信される信号の送信電力と、移動局21, 22の各々から基地局1へ送信される信号の送信電力とを算出する。

【0030】そして、評価地点を順々に選択して、その評価地点に移動局が位置する場合の上り回線と下り回線の各希望波電力及び各干渉波電力を算出して、[各希望波電力/各干渉波電力]を算出する。この算出においては、基地局1と移動局21, 22の各々との間で相互に送信される送信電力の算出結果を用いる。[各希望波電力/各干渉波電力]が大きいほど通信品質がよく、たとえば通信事業者は、この通信品質に基づいて、[各希望波電力/各干渉波電力]が所定のしきい値を満たしていない評価地点の割合が大きい場合には、新たに基地局を設けたり、無線パラメータの設計変更を行って通信品質を改善する。

【0031】図3, 図4は、図1に示したエリア設計装置の動作を示すフローチャートである。まず、入力部101により、トラヒック発生範囲情報、地図情報、トラヒック分布情報、評価地点情報、基地局評価地点情報、無線パラメータ情報などが入力される。それらの各情報は、一旦記憶部104へ出力されてそこに記憶される。

【0032】そして、制御手段120の指示に基づいて、移動局配置手段121では、記憶部104に記憶されているトラヒック分布情報に基づいてたとえば図2に示すように、複数の移動局21, 22を地図上にランダムに配置する(ステップS201)。

【0033】つぎに、制御手段120は、伝搬損失を算出する対象である移動局を選択する(ステップS202)。ここでは、まずたとえば移動局21を選択する。そして、伝搬損失計算手段122により、記憶部104に記憶されている地図情報に基づいて、基地局1及び基地局2と移動局21との間の伝搬損失を計算する。さらに、移動局21との間での伝搬損失が最小である基地局を移動局21が無線接続する基地局と決定する(ステップS203)。ここでは、移動局21は、基地局1の無線ゾーン1a内に配置されているので、基地局1を移動局21が無線接続する基地局と決定する。

10 【0034】つづいて、ステップS204に移行して、接続基地局決定手段123によりすべての移動局が選択されているかどうか判定される。ここでは、まだ移動局21しか選択されていないため、ステップS202に戻り移動局22が選択される。そして、選択した移動局22との間での伝搬損失が最小である基地局を選択する(ステップS202)。そして、伝搬損失計算手段122によって、基地局1及び基地局2と移動局22との間の伝搬損失を計算し、移動局22が無線接続する基地局を決定する(ステップS203)。ここでは、移動局22は、基地局1の無線ゾーン1a内に配置されているので、基地局1を移動局22が無線接続する基地局と決定される。つづいて、ステップS204に移行して、接続基地局決定手段123によりすべての移動局が選択されているかどうか判定される。ここでは、移動局21, 22ともに選択されているため、ステップS205へ移行する。

20 【0035】ここで、ステップS205～S209は、基地局送信電力計算手段124及び移動局送信電力計算手段125によって実行され、これらの各ステップでは基地局1及び移動局21, 22が送信する各信号の送信電力が算出される。

【0036】具体的には、まず、たとえば基地局1と移動局21, 22との間の各下り回線と各上り回線における基地局1の送信電力 P_{ba} , P_{bb} 及び移動局21, 22の各送信電力 P_{ma} , P_{mb} を算出するため、最初に、 P_{ba} 及び P_{bb} を所定の初期値 P_{b0} と仮定し、 P_{ma} 及び P_{mb} を所定の初期値 P_{m0} と仮定して設定する(ステップS205)。

30 【0037】つぎに、基地局送信電力計算手段124によって、たとえば基地局1との間で送受信する希望波信号の受信電力(希望波電力)と干渉波信号の受信電力(干渉波電力)との算出対象である移動局を選択する(ステップS206)。ここでは、まずたとえば移動局21を選択する。

【0038】ここで、移動局21が基地局1から受信する希望波信号の受信電力を D_{ba} 、移動局21が受信する干渉波信号の受信電力を U_{ba} とすると、 D_{ba} 、 U_{ba} はそれぞれ、

40
$$D_{ba} = P_{ba} / L_{a1}$$

$$U_{ba} = P_{t1} / L_{a1} + P_{t2} / L_{a2} \quad (P_{t1}; \text{基地局1から基地局1が無線接続する移動局へ送信する信号の送信電力の和-自局宛の信号の下り回線の送信電力(ここでは、} P_{t1} = P_{ba} + P_{bb} - P_{ba} = P_{bb}), P_{t2}; \text{基地局2から基地局2が無線接続する移動局へ送信する信号の送信電力の和(ここでは、基地局2が無線接続する移動局は存在しないため} P_{t2} = 0)) \text{となる。}$$

50 【0039】また、基地局1が移動局21から受信する希望波信号の受信電力を D_{ma} 、基地局1が移動局21

から信号を受信する際の干渉波信号の受信電力を U_{ma} とすると、 D_{ma} 、 U_{ma} はそれぞれ、ここでは

$$D_{ma} = P_{ma} / L_{a1}$$

$$U_{ma} = P_{mb} / L_{b1}$$

となる。

【0040】これらの希望波電力 D_{ba} 、 D_{ma} 及び干渉波電力 U_{ba} 、 U_{ma} を算出し（ステップS207）、それらの比である D_{ba}/U_{ba} が、所定値 R_b に近づくように P_{ba} を基地局送信電力計算手段124により更新し、 D_{ma}/U_{ma} が、所定値 R_m に近づくように P_{ma} を移動局送信電力計算手段125によって更新する（ステップS208）。

【0041】なお、更新結果は、基地局送信電力計算手段124又は移動局送信電力計算手段125の図示しないRAMなどのメモリにそれぞれ格納される。また、更新した送信電力が予め定めている所定の最大値を超えるような場合には、送信電力をその最大値と等しくしてもよい。また、更新した送信電力が予め定めている所定の最小値より小さくなるような場合には、送信電力をその最小値と等しくしてもよい。その後、ステップS209へ移行して、すべての移動局が選択されたかどうか基地局送信電力計算手段124により判定される。ここでは、移動局21しか選択されていないため、ステップS206へ戻り、移動局22が選択される。

【0042】そして、ステップS207において、移動局22における希望波電力 D_{bb} （ $=P_{bb}/L_b$ 1）、移動局22における干渉波電力 U_{bb} （ $=P_{t1}/L_{b1} + P_{t2}/L_{b2}$ ）及び基地局1における移動局22からの希望波電力 D_{mb} （ $=P_{mb}/L_{b1}$ ）、基地局1が移動局22からの信号を受信する際の干渉波信号の受信電力 U_{mb} （ $=P_{ma}/L_{a1}$ ）が算出される。

【0043】そして、ステップS208において、算出した希望波電力と干渉波電力との比である D_{bb}/U_{bb} が、所定値 R_b に近づくように P_{bb} を基地局送信電力計算手段124により更新し、算出した希望波電力 D_{mb} と干渉波電力 U_{mb} との比である D_{mb}/U_{mb} が、 R_m に等しくなるように P_{mb} を移動局送信電力計算手段125によって更新する。

【0044】その後、ステップS209へ移行して、すべての移動局が選択されたかどうか基地局送信電力計算手段124で判定される。ここでは、すべての移動局が選択されているため、ステップS210へ移行する。ステップS210では、各希望波電力と各干渉波電力との比である D_{ba}/U_{ba} 、 D_{bb}/U_{bb} 、 D_{ma}/U_{ma} 、 D_{mb}/U_{mb} を算出する。

【0045】ここで、上記のように、

$$U_{ba} = P_{t1}/L_{a1} + P_{t2}/L_{a2}$$

$$P_{t1} = P_{ba} + P_{bb} - P_{ba} = P_{bb}$$

$$P_{t2} = 0$$

より、

$$U_{ba} = P_{bb}/L_{a1}$$

また、

$$U_{ma} = P_{mb}/L_{b1}$$

であるため、 P_{bb} 、 P_{mb} を変更すると、基地局1と移動局21の下り回線と上り回線との干渉波電力 U_{ba} 、 U_{ma} は、それに応じて各々変化することになる。

【0046】そして、基地局1と移動局21、22との各上り回線、下り回線における希望波電力 D_{ba} 、 D_{bb} 、 D_{ma} 、 D_{mb} と干渉波電力 U_{ba} 、 U_{bb} 、 U_{ma} 、 U_{mb} との比が、所定値 R_b 、 R_m に対して許容できる範囲内にあるかどうかを判定する（ステップS211）。ここで、許容できる範囲とは各所定値に対してたとえば±5%の範囲を想定している。

【0047】そして、判定の結果、電力比がその所定値に対して許容できる範囲内でない無線回線が存在する場合には、収束条件を満足しないと判定し、ステップS206へ戻り、ステップS206～S210を繰り返す。その後、ステップS211において、全ての無線回線の電力比がその所定値に対して許容できる範囲内である場合には、収束条件を満足したと判定し、処理部102は、そのときの P_{ba} 、 P_{bb} 、 P_{ma} 、 P_{mb} を記憶部104へ記憶して、図3に示す手順を終了する。但し、送信電力が所定の最大値または所定の最小値となっている無線回線はステップS211における収束条件の判定の対象から除く。そして、図4のステップS301へ移行する。

【0048】ステップS211において送信電力が所定の最大値または所定の最小値となっている無線回線は収束条件の判定の対象から除く理由は、そのような無線回線では電力比を所定値に対して許容できる範囲内とすることが不可能な場合があるためである。

【0049】つぎに、図3に示すステップS301～S305は、下り回線電力比計算手段126及び上り回線電力比計算手段127によって実行される。具体的にここでは、まず、基地局1の無線ゾーン1a内の任意の評価地点が1つ選択される。その評価地点上に、図示しない通信中の移動局を評価用移動局として配置したと仮定する（ステップS301）。

【0050】そして、ステップS202及びS203と同様の手順により、その評価用移動局と接続される基地局が決定され（ステップS302）、さらに、決定された基地局と選択された評価用移動局との間の上り回線、下り回線における希望波電力と干渉波電力が算出される（ステップS303）。

【0051】なお、希望波電力の算出は、各無線回線の送信電力をたとえば所定の最大値として行う。また、干渉波電力は、たとえばステップS207で示した手順と同様の手順により算出する。

【0052】その後、【希望波電力/干渉波電力】が算

出される(ステップS304)。それから、ステップS305において、すべての評価地点が選択されたかどうか判定される。すべての評価地点が選択されていないと判定された場合には、ステップS301へ戻り、すべての評価地点が選択された場合と判定された場合には、図4に示す手順を終了する。こうして、すべての評価地点における希望波電力と干渉波電力との比を算出する。

【0053】ここで、ステップS303において、各無線回線の送信電力を所定の最大値として希望波電力を算出し、その希望波電力を用いて、ステップS304において、 $[\text{希望波電力}/\text{干渉波電力}]$ を算出したため、その電力比は、送信電力の設定可能範囲で得られる最大値となっている。この電力比によって、各評価地点における移動局の通信品質を評価することができる。

【0054】具体的には、この電力比が大きいほど通信品質がよく、そのため、3つ程度のしきい値を定め、算出した電力比に基づいて通信品質の評価結果を3つほどにランク分けすることが考えられる。そして、通信品質のランクを色に対応させて表示すると、通信事業者などのエリア設計装置の使用者が、通信品質のランクの地域分布を視覚により認知することができる。

【0055】なお、複数の評価地点のいくつかを包括する地域内における各評価地点における通信品質を評価することにより、所定の地域内で所定の通信品質を満たさない評価地点の割合を算出し、その割合を色に対応させた可視情報によって示すようにしたり、希望波電力と干渉波電力との比の平均値を算出してもよい。

【0056】ちなみに、各評価地点間の距離は、基地局1、2を含む各基地局間の距離に応じて設定され、例えば、基地局間の距離が1km程度であるとき、各評価地点間の距離は、長くても100m程度であることがサービスエリア情報を色分けする場合には望ましいが、実際には、たとえば50m~200mなどある程度の幅を持たせて設定してもよい。

【0057】また、作成された可視情報は、出力部103から出力され、通信事業者等は、その可視情報などに基づいて、たとえば基地局を増設したり、無線パラメータの設定変更を行うことができる。なお、出力部103の他に、作成した可視情報を表示する表示部を設けて、これにその可視情報を表示してもよい。

【0058】以上説明したように、本実施形態では、トラヒック分布情報に応じて配置した移動局が基地局と通信を行っている状態において、たとえば等間隔で配置した各評価地点に一時的に評価用移動局を配置することにより、各評価地点における通信品質を評価しているため、他の無線回線の影響を反映させながら、サービスエリア全体の通信品質を偏りなく評価することができる。

【0059】また、本実施形態では、複数の評価地点のいくつかを包括する地域内における各評価地点における通信品質を評価するため、トラヒック分布情報に基づい

て配置される移動局の各地域内における数に、その評価結果の統計的な信頼度が影響を受けず、一定の数の評価地点により一定の統計的な信頼度の通信品質の評価結果が得られ、また、それに基づく可視情報を作成することができる。

【0060】(第2の実施形態)図5は、本発明の第2の実施形態のエリア設計装置の動作を示すフローチャートであり、図5に示す各ステップは下り回線電力比計算手段126及び上り回線電力比計算手段127によって実行される。なお、エリア設計装置の構成は、図1と同様としており、また図5に示す動作を行う前のエリア設計装置の動作は図3と同様としている。

【0061】まず、実施形態1と同様に、ステップS201~S211の各ステップを実行した後に、基地局1の無線ゾーン1a内の任意の評価地点が1つ選択される。その評価地点上に、図示しない通信中の移動局を評価用移動局として設置したと仮定する(ステップS401)。

【0062】そして、ステップS202及びS203と同様の手順により、評価用移動局との間で伝搬損失が最小である基地局が、その評価用移動局と接続されるものとして決定され(ステップS402)、さらに、決定された基地局と選択された移動局との間の上り回線、下り回線における希望波電力と干渉波電力が算出される(ステップS403)。

【0063】ここで、本実施形態では、ステップS402及びS403において、評価用移動局と基地局の各々との間の伝搬損失をランダムな変動量を加えて計算し、その伝搬損失を用いる。このようにランダムな変動量を加えた伝搬損失を用いているのは、基地局と評価用移動局との間の伝搬路の長さが同じでも、その伝搬路に存在する建物などの遮蔽物の違いによって、伝搬損失が異なり、その違いによって評価用移動局が無線接続する基地局や希望波電力と干渉波電力が異なるためである。

【0064】その後、 $[\text{希望波電力}/\text{干渉波電力}]$ が算出される(ステップS404)。それから、ステップS405において、たとえば100回など、所定の繰り返し回数だけステップS402~S404が繰り返されたかどうか判定される。判定の結果、所定の回数が繰り返されていない場合には、ステップS402に戻り、ステップS402~S404を繰り返す。

【0065】このとき、ステップS402において伝搬損失に加えるランダムな変動量は、繰り返す毎に独立な乱数を用いて求める。一方、所定の回数が繰り返された場合には、ステップS406へ移行する。ステップS406では、所定の繰り返し回数の分だけ得られる $[\text{希望波電力}/\text{干渉波電力}]$ (ステップS404)が、たとえば所定の基準値未満となった割合である劣化率を算出する。

【0066】そして、ステップS407に移行して、す

すべての評価地点において、ステップS401～S406の各ステップが実行されたかどうか判定される。判定の結果、すべての評価地点においてステップS401～S406の各ステップが実行されていない場合には、ステップS401へ戻り、一方、すべての評価地点においてステップS401～S406の各ステップが実行された場合には、図5に示す手順を終了する。

【0067】なお、実施形態1と同様に、評価結果は、たとえば可視情報などにより、出力部103から出力したり、表示部などに表示するようにしてもよい。

【0068】以上説明したように、本実施形態では、評価地点の各々において、所定の繰り返し回数だけ希望波電力と干渉波電力との比を求め、それが所定の基準値未満となる割合である劣化率を算出しているため、各評価地点の劣化率の値の統計的な信頼度はトラフィック密度などによらず一定となる。従って、評価地点毎など、任意の広さの地域毎に一定の統計的な信頼度で劣化率を求めることができる。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、予想されるトラフィック密度の地域分布に応じて配置した複数の移動局の各々が基地局との間で相互に送受信する信号の影響を反映させながら、任意の間隔で一様に配置した評価地点において通信品質を求めることができ、また、その評価地点毎など、任意の広さの地域毎に一定の統計的な信頼度で劣化率を求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態のエリア設計装置のブロック図である。

【図2】図1に示すエリア設計装置によって複数の移動局の各々と基地局との間の通信品質を評価する原理の説明図である。

【図3】図1に示したエリア設計装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】図1に示したエリア設計装置の動作を示すフローチャートである。

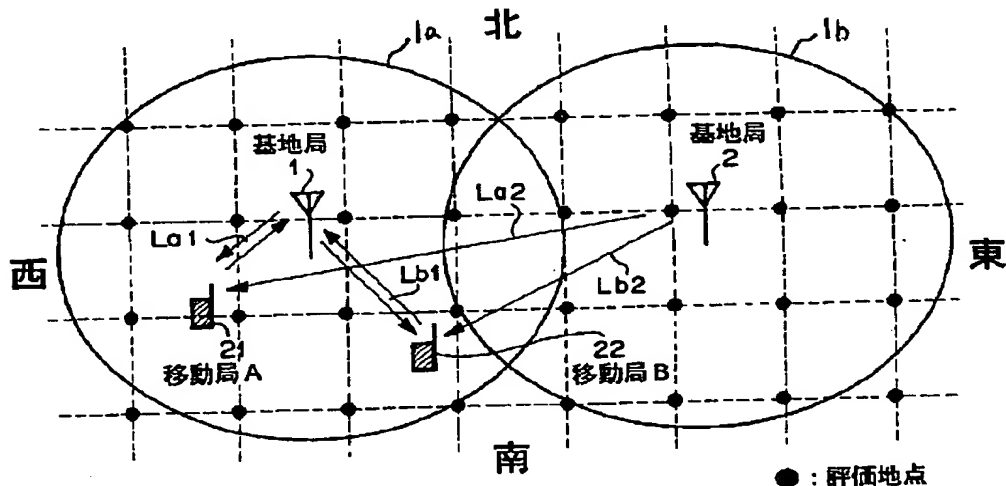
10 【図5】本発明の第2の実施形態のエリア設計装置の動作を示すフローチャートである。

【図6】従来の移動通信システムのエリア設計装置によって複数の移動局の各々と基地局との間の通信品質を評価する原理の説明図である。

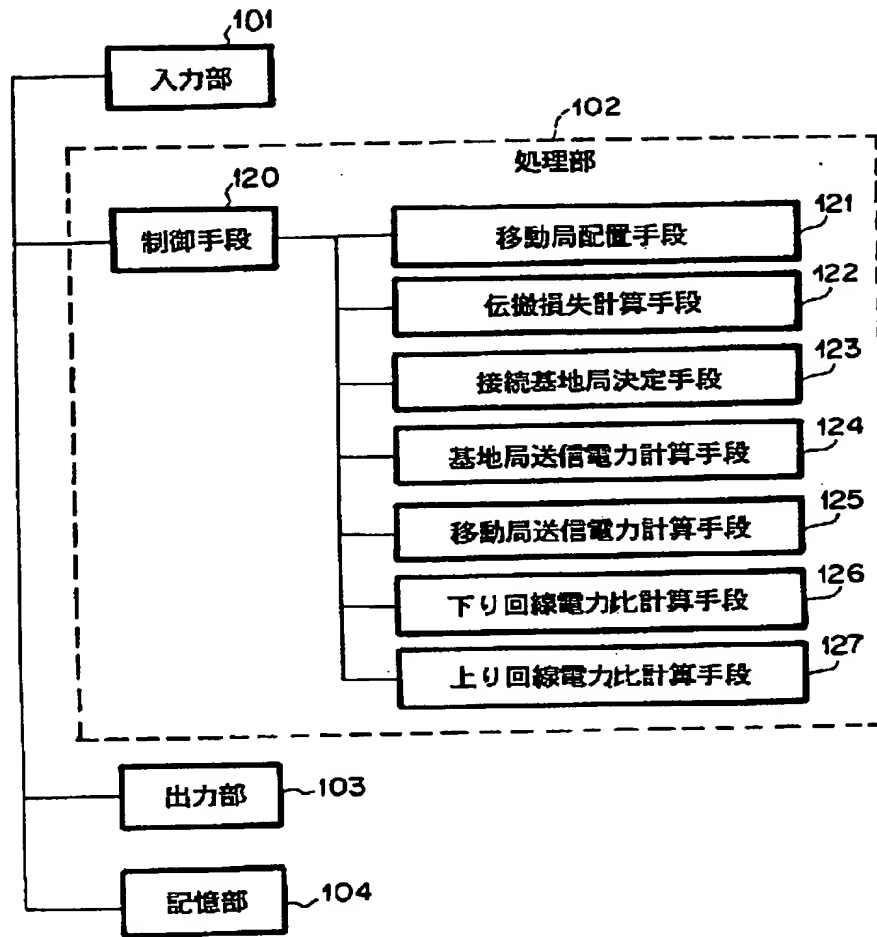
【符号の説明】

- | | |
|-----|-------------|
| 101 | 入力部 |
| 102 | 処理部 |
| 103 | 出力部 |
| 104 | 記憶部 |
| 120 | 制御手段 |
| 121 | 移動局配置手段 |
| 122 | 伝搬損失計算手段 |
| 123 | 接続基地局決定手段 |
| 124 | 基地局送信電力計算手段 |
| 125 | 移動局送信電力計算手段 |
| 126 | 下り回線電力比計算手段 |
| 127 | 上り回線電力比計算手段 |

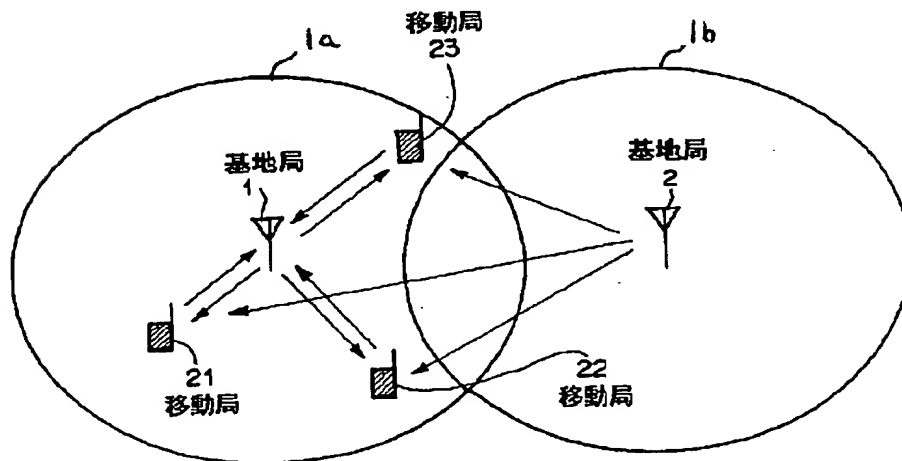
【図2】



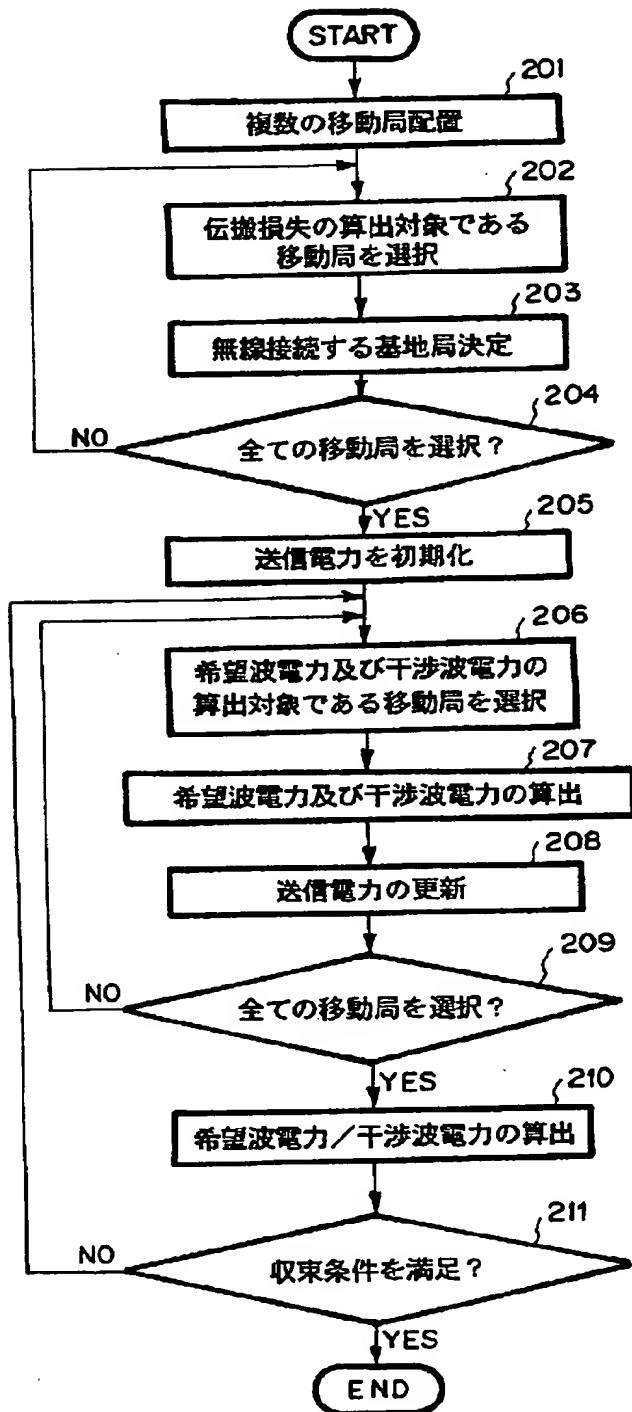
【図1】



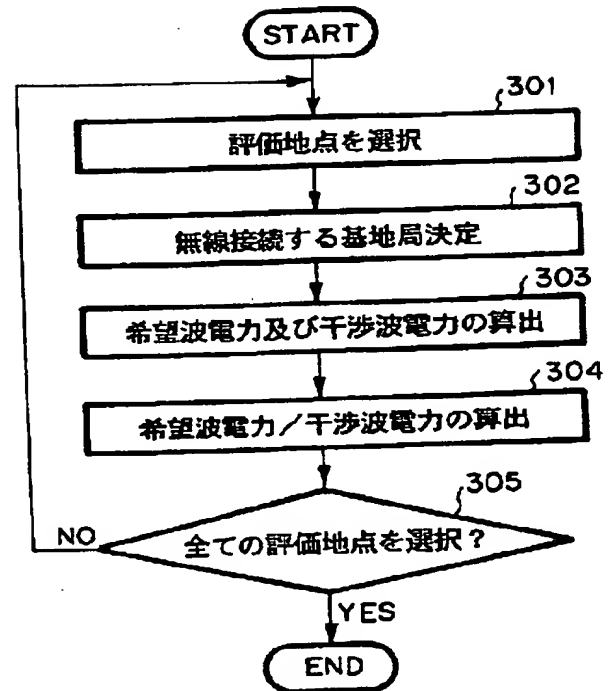
【図6】



【図3】



【図4】



【図5】

